

補助事業番号 27-147

補助事業名 平成27年度 空圧式ハンドリハビリシステムの研究開発 補助事業

補助事業者名 大阪工業大学ロボティクス&デザイン工学部ロボット工学科 谷口浩成

1 研究の概要

本研究では、手指関節の拘縮（関節の動く範囲が狭くなる現象）予防を目的としたハンドリハビリシステムの開発を行った。本リハビリシステムは、空気圧で駆動するソフトアクチュエータを用いることで、手指関節を動かし関節可動域訓練運動を行うものである。今回は、拇指を除く4指用リハビリシステムと、拇指用リハビリシステムの2種類のリハビリシステムを試作し、関節可動域訓練試験を通じて装置の有用性を検証した。

2 研究の目的と背景

病気や事故が原因で体が麻痺すると、関節の拘縮が始まる。拘縮が重症化すると、正常な状態にまで回復することは難しいため、拘縮を予防することが最も重要である。通常、拘縮を予防するためには、作業療法士によりリハビリ運動が施術される。しかし、作業療法士が患者につき添える時間は限られており、患者は十分なリハビリを受けられないことがある。特に手指は、複雑なリハビリが必要となるため、十分なリハビリを行うことが困難である場合が多い。

そこで本研究の目的は、作業療法士が手指に施術するリハビリ運動を提供できる、空圧式ハンドリハビリシステムを開発することである。すなわち、従来のリハビリ装置では困難であった複数の関節可動域訓練運動を、独自に開発した空気圧ソフトアクチュエータを用いることで実現し、患者の社会および日常生活への早期復帰を支援することを目指す。

3 研究内容

(1) 空圧式ハンドリハビリシステムの試作 (<https://www.flexibleroboticslab.com/jka>)

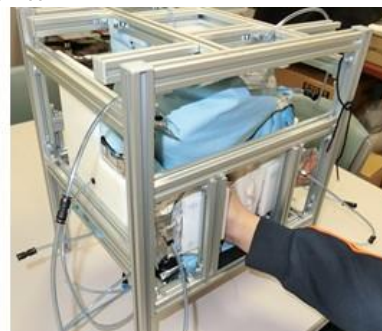
空気圧ソフトアクチュエータを独自に開発し、それらを用いた拇指を除く4指用リハビリ装置と、拇指用リハビリ装置の2種類のリハビリシステムを試作した。



空気圧ソフトアクチュエータ



4指用リハビリ装置



拇指用リハビリ装置

(2) 空圧式ハンドリハビリシステムの評価

① 4指用リハビリ装置の評価

健常者(20歳男性)8名の左手を用いて、筋リラクゼーション動作の確認と各関節可動域訓練動作におけるMP関節、PIP関節、DIP関節の屈曲角度と伸展角度を測定した。MP関節を可動域の限界まで屈曲させるテーブルトップ動作では、目標値に対して8名中5名が90%を超える屈曲動作を達成した。PIP関節とDIP関節を可動域の限界まで屈曲させるフック動作では、PIP関節において1名の被験者のみが目標値の90%を超え、他の被験者は屈曲が不十分であることが判明した。また、DIP関節においては、8名中5名が90%を超える十分な屈曲動作を確認した。伸展動作では、MP関節は全被験者において、目標値の100%を超える十分な動作ができていることがわかった。また、PIP関節およびDIP関節では、1名の被験者を除く7名が90%を超える動作を確認した。

② 拇指用リハビリ装置の評価

健常者の男性(20歳から40歳)7名とし、橈側外転・尺側内転動作、掌側内外転動作、アーチ動作を測定した。橈側外転動作において、全被験者が目標値(60度)を大きく上回った。また、これにより痛みを訴えることはなかった。尺側内転動作では、目視による動作確認の結果、目標角度の0度付近まで動作できていることが確認された。掌側外転動作では、全被験者が目標角度(90度)を下回る結果となった。掌側内転動作では、尺側内転と同様に目視による動作確認を行った。アクチュエータが拇指を圧迫し目標角度の0度付近まで動作できていることが確認された。アーチ動作では、目標値に達成する被験者はいなかったが、アクチュエータが拇指および小指に作用し、手がアーチ形状に変形していることを確認した。

4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

怪我や病気などにより、身体機能回復のリハビリ運動を必要とする患者は年々増加傾向にある。本リハビリシステムは、体の麻痺等により手指関節が自分で動かすことができない場合に用いることで、関節の拘縮を予防し、機能改善を促す装置である。これにより、病院内での利用はもとより、作業療法士や理学療法士の付き添いや施術が不要になることから、在宅での利用も期待できる。また、本研究で開発するリハビリシステムは、手指関節を対象としているが、拘縮の予防や改善を必要とする部位は他にも多く存在する。従って、本開発で得た技術を他の部位に応用することで、それぞれの部位に適したリハビリ装置の開発が期待でき、患者の社会復帰の一助となる。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

申請者は、2005年よりアクチュエータの開発とそれらを用いた機械・ロボットおよび装置開発を研究対象としてきた。本研究は2010年より開始し、空気圧ソフトアクチュエータを用いた医療福祉機器開発として、申請者の研究計画の中核をなしている。また本研究には、多くの学生が卒業研究として取り組み、教育活動にも大きく貢献している。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

【発表論文等】

(1) 国際会議プロシーディングス

① Hironari Taniguchi et al., Development of a Hand Rehabilitation Robot System for Range of Motion Exercises with Pneumatic Soft Actuators, Proceedings of the 15th International Conference on New Actuators (ACTUATOR 2016), pp. 591-595, 2016.

(2) その他の著作物

① 谷口浩成, 空圧式ハンドリハビリシステム, 油空圧技術2016年7月号, 23ページ～26ページ

【学会発表】

① 目黒匠, 谷口浩成, 空気圧ソフトアクチュエータを用いたハンドリハビリ装置の検討, 2016年度日本機械学会年次大会, 2016年9月12日発表, 九州大学伊都キャンパス

② Hironari Taniguchi et al., Development of a Hand Rehabilitation Robot System for Range of Motion Exercises with Pneumatic Soft Actuators, 15th International Conference on New Actuators (ACTUATOR 2016), 2016年6月14日, ドイツ・ブレーメン

③ 谷口浩成, 目黒匠, 荒木翔歩, 山本卓, 空気圧ソフトアクチュエータを用いた手指用CPMデバイスの開発, 日本機械学会第16回機素潤滑設計部門講演会, 2016年4月18日発表, 福井県あわら市

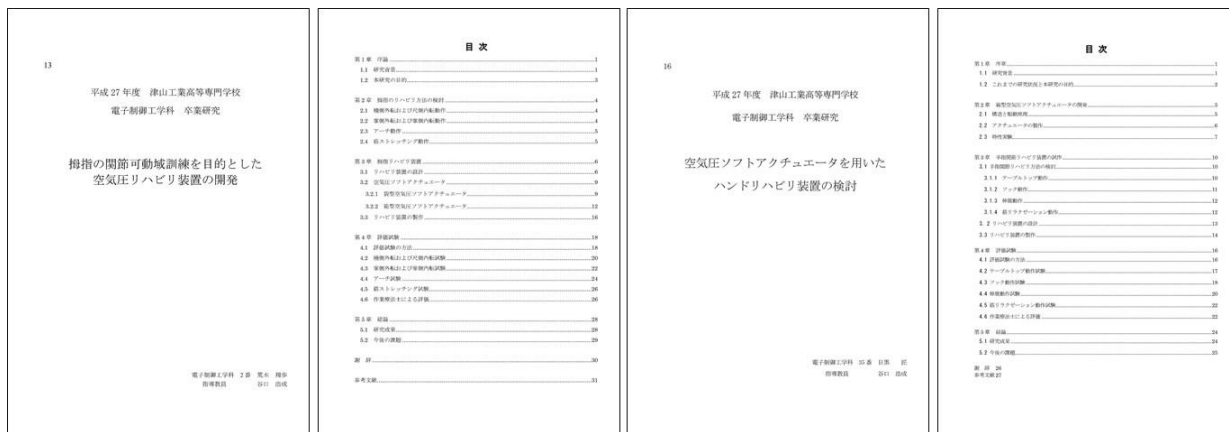
④ 荒木翔歩, 谷口浩成, 山本卓, 拇指の関節可動域訓練を目的とした空気圧リハビリシステムの開発, 日本機械学会中国四国支部第54期講演会, 2016年3月9日発表, 愛媛大学

⑤ 目黒匠, 谷口浩成, 山本卓, 空気圧ソフトアクチュエータを用いた多機能ハンドリハビリシステムの開発, 日本機械学会中国四国支部第54期講演会, 2016年3月9日発表, 愛媛大学

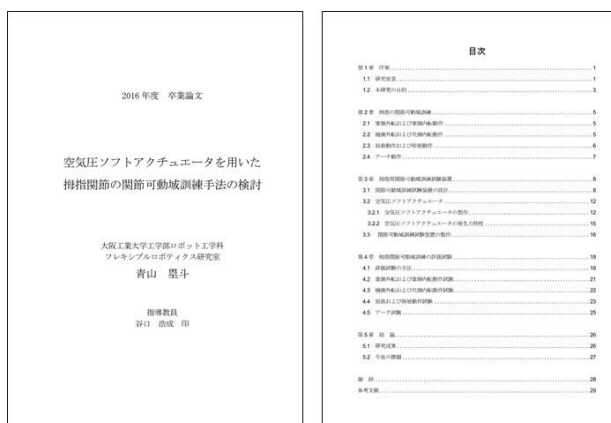
7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

2015年度津山高専電子制御工学科卒業研究論文



2016年度大阪工業大学工学部ロボット工学科卒業研究論文



(2) (1) 以外で当事業において作成したもの 該当なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 大阪工業大学ロボティクス&デザイン工学部

(オオサカコウギョウダイガクロボティクス&デザインコウガクブ)

住所： 〒530-8568

大阪府大阪市北区茶屋町1番45号

申請者： 特任准教授 谷口 浩成 (タニグチヒロナリ)

担当部署： ロボット工学科 フレキシブルロボティクス研究室

E-mail: hironari.taniguchi@oit.ac.jp

URL: <https://www.flexibleroboticslab.com/>